

令和3年度入試

へるん入試「理数基礎テスト」問題

物理・マテリアル工学科

注意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は2ページ，解答用紙は3枚です。指示があってから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
4. 解答用紙の裏面は使わないでください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後，問題紙は持ち帰ってください。

1 図1のように水平面とそれになめらかにつながる斜面があり、左側の斜面に質量 m [kg] の台車 A が、また右側の斜面に同じ質量の台車 B がある。台車 A と台車 B は、それらの重心が水平面から高さ h [m] の位置にある状態で車止めにより固定されている。台車 A と台車 B の車止めを同時にはずしたところ、2つの台車は斜面に沿って動き出し、水平面上で衝突した。水平面上の台車 A と台車 B は衝突の直前と直後で同一直線上を運動した。反発係数 (はね返り係数) e は $0 < e \leq 1$ であり、衝突時の接触時間を Δt [s]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。また、衝突直前の台車 A の進む向きを速度の正の向きとし、水平面、および斜面の摩擦は無視できるとする。

- (1) 衝突直前の水平面上を運動する台車の速さ v [m/s] はいくらか。ただし、水平面上を運動する台車の重心は水平面上にあると考えよ。
- (2) 衝突直後の台車 A, B の速度を v_A [m/s], v_B [m/s] とするとき、衝突前後における台車 A, B の間に成り立つ運動量の関係を示せ。
- (3) v_A を、 v と e を用いて表せ。
- (4) 衝突の前後での台車 A の運動量の変化 ΔP [kg·m/s] を v , m , e を用いて表せ。
- (5) Δt の間に台車 A が台車 B から受けた平均の力の大きさ \bar{F} [N] と ΔP の関係を示せ。

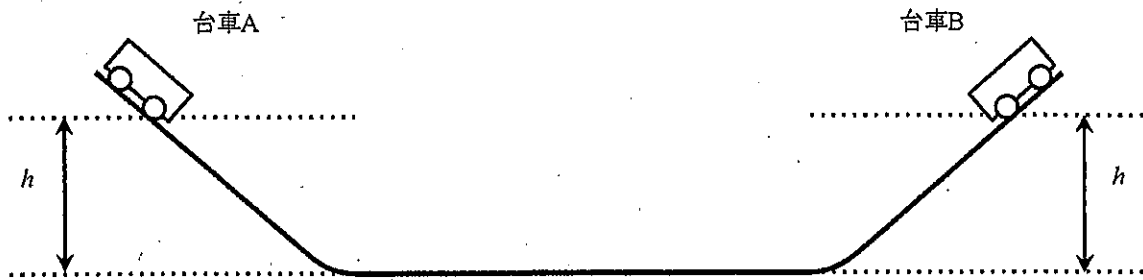


図1

2 下図を参照して、以下の問いに答えよ。

xy 平面上の原点 O から y 軸上の正の向きに距離 a [m] だけ離れた点 A に正の電気量 Q [C] の点電荷を固定した。クーロンの法則の比例定数を k [$N \cdot m^2/C^2$] とする。

(1) この点電荷が原点 O から y 軸上の負の向きに a だけ離れた点 B に作る電位を求めよ。

点 A と点 B から十分に離れた位置から電気量 Q のもう一つの点電荷を点 B の位置に移動させて固定した。

(2) このとき電気力 (静電気力) がした仕事はいくらか。

(3) 点 A と点 B に置かれた点電荷が x 軸上の座標 x [m] の点 X に作る電位を求めよ。

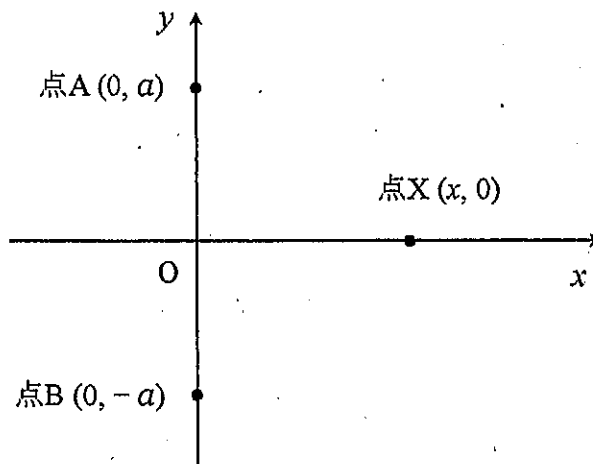
(4) 点 A に置かれた電気量 Q の点電荷が点 X に作る電場, および点 B に置かれた電気量 Q の点電荷が点 X に作る電場を矢印で図示し, 両者を合わせた電場が x 成分しか持たないことを説明せよ。

(5) (4) の両者を合わせた電場の x 成分を求めよ。ただし, x 軸の正の向きを電場の正の向きとする。

(6) 点 X に正の電気量 q [C] の点電荷を置いた。この点電荷が受ける力の x 成分を求めよ。

(7) (6) の点電荷を x 軸上の負の遠方から正の遠方まで移動させるとき, この点電荷が受ける力の x 成分 F_x [N] の大まかな変化をグラフに描け。

(8) 正の電気量 q と質量 m [kg] を持つ点電荷を, x 軸上の負の遠方から原点 O に向かって入射した。点電荷が原点 O を通過するために必要な初速度の大きさはいくらか。



受験番号				

1

3枚中1枚目

理数基礎テスト 解答用紙

物理・マテリアル工学科

コード		得点	1	2
7	A			

1

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	

採点欄

2

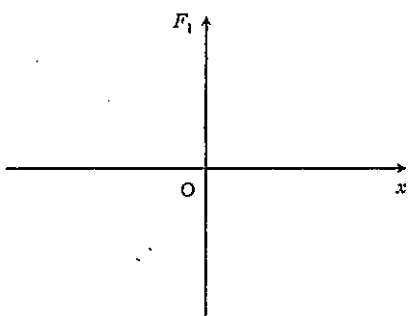
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	<p>図示</p> <p>説明</p>

受験番号				

理数基礎テスト 解答用紙

物理・マテリアル工学科

2

(5)	
(6)	
(7)	
(8)	

令和3年度入試問題（総合型選抜Ⅰ（へるん入試））
理数基礎テスト（出題意図）

《総合理工学部 物理・マテリアル工学科》

1

- (1) 運動エネルギーと位置エネルギーの関係を問う。
- (2) 物体の衝突前後の運動量の関係を問う。
- (3) 物体の反発に関わる速度の関係を問う。
- (4) 物体の衝突前後の運動量の変化を問う。
- (5) 力積と運動量変化の関係を問う。

2

- (1) 電荷と電位の関係を問う。
- (2) 電位と仕事の関係を問う。
- (3) 電位の重ね合わせを問う。
- (4) 電荷が作る電場の重ね合わせがイメージできることを問う。
- (5) 電場の重ね合わせを問う。
- (6) 電荷に働く力を問う。
- (7) 電場から電荷が受ける力の概略をイメージしグラフ化できることを問う。
- (8) 運動エネルギーと電位によるエネルギーの関係を問う。

令和3年度入試問題（総合型選抜 I（へるん入試））
理数基礎テスト（解答（解答例））

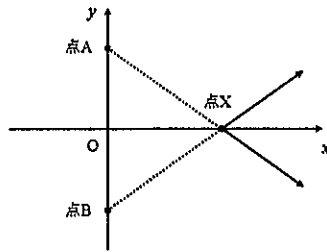
《総合理工学部 物理・マテリアル工学科》

1

- (1) $v = \sqrt{2gh}$
- (2) $mv_A + mv_B = 0$
- (3) $v_A = -ev$
- (4) $\Delta P = mv_A - mv = -m(e+1)v$
- (5) $\bar{F}\Delta t = \Delta P$

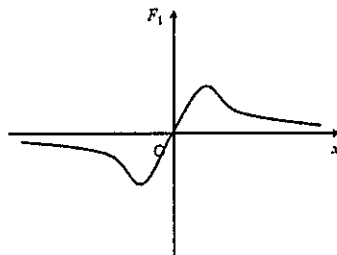
2

- (1) $k\frac{Q}{2a}$
- (2) $-k\frac{Q^2}{2a}$
- (3) $2k\frac{Q}{(a^2+x^2)^{\frac{1}{2}}}$
- (4) (図示)



(説明) 点 A, 点 B の電荷は x 軸に対して対称の位置にあるので, それぞれの電荷が x 軸上の点に作る電場の y 成分は, 大きさが同じで逆向きであり打ち消しあう。したがって, x 成分しか持たない。

- (5) $2kQ\frac{x}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$
- (6) $2kQq\frac{x}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$
- (7)



- (8) $\sqrt{\frac{4kqQ}{ma}}$ より大きい速さ